

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-329292

(43)Date of publication of application : 19.11.2003

(51)Int.Cl. F24F 11/02  
 F24H 1/00  
 F25B 27/02  
 H01M 8/00  
 H02J 3/00  
 H02J 3/38

(21)Application number : 2002-134895

(71)Applicant : TOKYO GAS CO LTD

(22)Date of filing : 10.05.2002

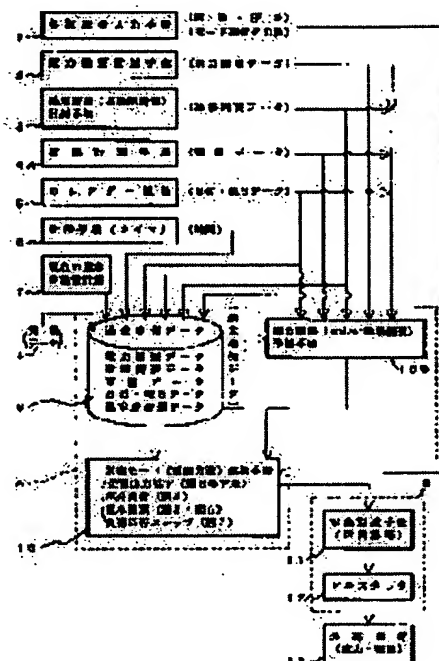
(72)Inventor : CHOKAI RYOICHI

## (54) COGENERATION APPARATUS AND CONTROL METHOD FOR IT

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To realize proper operation control for a cogeneration apparatus by estimating the electric power consumption and the quantity of hot water consumed.

**SOLUTION:** This cogeneration apparatus includes a means 2 for detecting the electric power demand, a means 3 for detecting the demand of hot water, a means 4 for detecting the information on a room temperature, and an estimating means 100 for estimating the electric power consumption and/or the demand of hot water. The estimating means 100 estimates the electric power consumption and/or demand of hot water after a designated time according to the information on the date and day of week, the information on the detected demand of electric power and demand of hot water and room temperature, and a detection value at that point of time and the numerical value before fixed time.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

21.06.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's]



**【特許請求の範囲】**

**【請求項1】** 電力需要を検出する手段と、給湯需要を検出する手段と、室温に関する情報を検出する手段と、電力消費量及び／又は給湯需要を予測する予測手段とを含み、該予測手段は、日付及び曜日に関する情報と、検出された電力需要、給湯需要、室温に関する情報のその時点における検出値及び一定以上以前の時間における数値とに基づいて、所定時間後の電力消費量及び／又は給湯需要を予測する様に構成されていることを特徴とするコージェネレーション装置。

**【請求項2】** 予測された電力消費量或いは給湯需要を参照して燃料電池の運転停止を抑制する様に構成された制御手段を含む請求項1のコージェネレーション装置。

**【請求項3】** 電力需要、給湯需要、室温に関する情報を検出する検出工程と、電力消費量及び／又は給湯需要を予測する予測工程とを含み、該予測工程では、日付及び曜日に関する情報と、検出された電力需要、給湯需要、室温に関する情報のその時点における検出値及び一定以上以前の時間における数値とに基づいて、所定時間後の電力消費量及び／又は給湯需要を予測することを特徴とするコージェネレーション装置の制御方法。

**【請求項4】** 予測された電力消費量或いは給湯需要を参照して、燃料電池の運転停止を抑制する様に運転モードを決定する請求項3のコージェネレーション装置の制御方法。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

**【発明の属する技術分野】** 本発明は、燃料電池の発電電力、及びその排熱を利用するコージェネレーション装置（例えば、燃料電池装置、ガスコージェネレーション装置等）及びその制御方法に関するものである。

**【0002】**

**【従来の技術】** コージェネレーション装置として、例えば燃料電池装置について考える。燃料電池は、電力需要及び貯湯タンク内の温水貯湯量が、その運転について多大な影響を及ぼす。すなわち、電力需要が存在すれば燃料電池装置を作動して発電を行うことが可能であるが、貯湯タンク内が温水で満杯状態であれば、発電運転を行うことが出来ない。ユーザが快適に燃料電池を利用するためには、個々のユーザが必要とする時に電力や温水を確実に供給する必要がある。そして、個々のユーザの生活リズム、特に電力需要及び給湯需要について正確に予測することが必要不可欠である。

**【0003】** しかし、従来技術においては、個々のユーザについて、電力需要及び給湯需要を正確に予測することが困難であるため、その様な需要予測に基いて燃料電池の運転制御を行うことは、殆ど為されていなかった。その結果、例えば電力需要が急増し長時間に亘り継続した場合には、燃料電池の発電出力も増加し、温水を消費しなければ燃料電池からの温水発生量が増えて貯湯槽が

満杯となり、燃料電池は運転を停止してしまう。そして、燃料電池の運転停止が頻繁に発生すると、改質器の寿命に悪影響が出ると共に、燃料電池起動のためにエネルギー消費量が増大してしまう、という問題が発生する。

**【0004】**

**【発明が解決しようとする課題】** 本発明は上述した従来技術の問題点に鑑みて提案されたものであり、個々のユーザ毎に異なる電力需要及び給湯需要を出来る限り正確に予測して、燃料電池装置の運転効率を向上させることが出来る様な燃料電池装置及びその制御方法の提供を目的としている。

**【0005】**

**【課題を解決するための手段】** 発明者は種々研究の結果、コージェネレーション装置（例えば燃料電池装置）を使用している場合には電力需要と給湯需要との間に極めて強い相関関係があること、所謂「事例ベース推論」が電力需要及び／又は給湯需要には極めて有効であること、の2点を見出した。本発明は係る知見に基いて創作されたものである。

**【0006】** 本発明のコージェネレーション装置（例えば燃料電池装置）は、電力需要を検出する手段（2）と、給湯需要を検出する手段（3）と、室温に関する情報（室温或いは気温）を検出する手段（4A）と、電力消費量及び／又は給湯需要を予測する予測手段（100）とを含み、該予測手段（100）は、日付及び曜日に関する情報と、検出された電力需要、給湯需要、室温に関する情報のその時点における検出値（計測結果）及び一定以上以前の時間における数値（過去事例データ：例えば、1分毎に計測した24時間以前、60分以前、10分以前の電力需要、24時間以前の給湯需要、24時間以前、60分以前、10分以前の室温或いは気温）に基づいて（事例ベース推論を用いて）、所定時間後の電力消費量及び／又は給湯需要を予測する様に構成されている（請求項1）。

**【0007】** 本発明のコージェネレーション装置（例えば燃料電池装置）は、予測された電力消費量或いは給湯需要を参照して燃料電池の運転停止を抑制する様に構成された制御手段（10）を含んでいる（請求項2）。

**【0008】** また、本発明のコージェネレーション装置（例えば燃料電池装置）の制御方法は、電力需要、給湯需要、室温に関する情報（室温或いは気温）を検出する検出工程（ST2）と、電力消費量及び／又は給湯需要を予測する予測工程（ST3～ST6）とを含み、該予測工程（ST3～ST6）では、日付及び曜日に関する情報と、検出された電力需要、給湯需要、室温に関する情報（室温或いは気温）のその時点における検出値（計測結果）及び一定以上以前の時間における数値（過去事例データ：例えば、1分毎に計測した24時間以前、60分以前、10分以前の電力需要、24時間以前の給湯需要、24時間以前、60分以前、10分以前の室温或

いは気温)とに基づいて(事例ベース推論を用いて)、所定時間後の電力消費量及び/又は給湯需要を予測している(請求項3)。

【0009】本発明のコージェネレーション装置(例えば燃料電池装置)の制御方法の実施に際しては、予測された電力消費量或いは給湯需要を参照して、燃料電池の運転停止を抑制する様に運転モードを決定する(ST7)のが好ましい(請求項4)。

【0010】係る構成を具備する本発明によれば、電力需要のみならず、それと強固な相関関係を有する給湯需要をも参照している。また、本発明によれば、検出された電力需要、給湯需要、室温に関する情報(室温或いは気温)のその時点における検出値(計測結果)のみならず、各日付及び曜日毎に(1分毎に)計測したデータを24時間以前、60分以前、10分以前毎に現在の数値と共に記録し、データベース化する。24時間後の予測時は、24時間以前のデータベースの中で、現在時(予測時)に最も近い状態の類似例を選択する。換言すれば、その時点における検出値(計測結果)のみならず、一定以上以前の時間における数値(過去事例データ:例えば、24時間以前、60分以前、10分以前の電力需要、24時間以前の給湯需要、24時間以前、60分以前、10分以前の室温或いは気温)とをデータベース化し、それを参照している。すなわち、過去の数値を時系列ごとデータベース化し、予測時はその類似事例を参照することにより、本発明は、電力需要及び/又は給湯需要の予測に極めて有効な事例ベース推論を用いている。

【0011】電力需要及び給湯需要と極めて強い相関関係を有するパラメータに基づく予測であること、電力需要及び/又は給湯需要の予測に極めて有効な手法(事例ベース推論)を用いていることから、本発明によれば、従来、困難とされていた電力需要及び/又は給湯需要の正確な予測が可能となる。

【0012】本発明の実施に際して、以下の様な装置及び方法を組み合わせることが可能である。例えば、電力負荷或いは熱負荷を検出する手段(2、3)と、気候に関する情報を入力する手段(4)と、検出された電力負荷及び熱負荷と気候に関する情報(8)に基づいて電力負荷或いは温水消費量を予測する手段(9)と、予測された電力負荷(2)或いは温水消費量(3)を参照して燃料電池(B)の運転停止を抑制(S11~S17)する様に制御する制御手段(A)、とを含む装置(図1、図4参照)。

【0013】前記制御手段(A)は、電力負荷(2)が連続して(別途設定する)閾値以下となる期間が最も長くなる期間の運転を停止する制御(S23~S26)を行う様な装置(図1、図5参照)。

【0014】前記制御手段(A)は、電力消費が燃料電池(B)の発電可能最低電力を下回っている(S31)場合に、該発電可能最低電力で運転したならば余剰とな

るであろう温水量(S32)を廃棄する(S33)制御を行う様な装置(図1、図6参照)。

【0015】前記制御手段(A)は、温水消費量が最大となる時間帯以前に余剰となる温水量を予測し(S41~S43)、該余剰温水を廃棄する(S44)制御を行う様な装置(図1、図7参照)。

【0016】電力負荷或いは熱負荷を検出する手段(2、3)と、気候に関する情報を入力する手段(4)と、検出された電力負荷及び熱負荷と気候に関する情報(8)に基づいて電力負荷或いは温水消費量を予測する手段(9)と、制御手段(A)とを含み、前記制御手段(A)は発電(B)された電力と消費電力との差異が最小となる様(S51~S54)に、制御における応答時間を切り換える様(S55)な装置(図1、図8参照)。

【0017】電力負荷或いは熱負荷を検出(S3)し、気候に関する情報を入力(S3)し、検出された電力負荷及び熱負荷と気候に関する情報(8)に基づいて電力負荷或いは温水消費量を予測(S5~S8)し、予測された電力負荷或いは温水消費量を参照して燃料電池の運転停止を抑制する様に(S11~S17)制御する方法(図3、4)。

【0018】予測された電力負荷が連続して閾値以下となる期間を求め(S22)、当該期間が最も長くなる期間の運転を停止する様に制御(S23~S26)を行う方法(図5)。

【0019】電力消費が燃料電池(B)の発電可能最低電力を下回っている(S31)場合に、該発電可能最低電力で運転したならば余剰となるであろう温水量(S32)を廃棄する(S33)様に制御を行う方法(図6)。

【0020】温水消費量が最大となる時間帯以前に余剰となる温水量を予測し(S41~S43)、該余剰温水を廃棄する(S44)ように制御を行う方法(図7)。

【0021】電力負荷(2)或いは熱負荷(3)を検出し、気候に関する情報(4)を入力し、検出された電力負荷及び熱負荷と気候に関する情報(8)に基づいて電力負荷或いは温水消費量を予測(9)し、発電された電力と消費電力との差異が最小となる様(S51~S54)に、制御における応答時間を切り換える(S55)方法(図8)。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、図1、図2を参照して、本発明の実施形態について説明する。なお、図示の実施形態では、コージェネレーション装置として、燃料電池を例示して説明してある。

【0023】図1は、制御部を含む燃料電池装置全体の構成を示す。図1において、装置全体としては、例えば、起動・停止からモード選択その他に至る種々の指令を入力する各種指令入力手段1と、電力需要すなわち電

力消費量を計測する電力需要計測手段2と、給湯需要すなわち温水（お湯）使用量を計測する給湯需要計測手段3と、室温或いは気温（室温等：室温に関する情報）を計測する室温等計測手段4と、季節・日付データ等のカレンダー機能を有する手段（カレンダー機能）5と、計時手段であるタイマ機能6と、現在の温水貯湯量計測手段7と、制御装置（制御手段）Aと、燃料電池装置Bと、外部負荷13とにより構成されている。

【0024】前記制御装置Aは、電力需要データ、給湯需要データ、室温データ、季節・日付データのその時点における計測値及び過去の数値を保存するデータベース8と、各種電力需要及び／又は給湯需要を予測する予測手段100と、制御モード（制御方法）の選択手段10、とにより構成されている。前記燃料電池装置Bは、改質器等の水素製造手段11と、セルスタック12、とにより構成されている。

【0025】ここで、図1では室温データのみが表示され、気温データが表示されていない。電力需要或いは給湯需要に直接関連するのは気温だけでなく、ユーザの生活の場である屋内或いは室内の温度でも充分関連があり、気温は日照位置等に起因して計測手段設置箇所による差異が大きいものに対して、室温は空調のされた部屋を除き計測箇所による差異が小さいこと、気温計測手段に比較して室温計測手段は、例えばリモコンスイッチ内蔵にする等の手法により設置に関する制約が少ないと思われること、等の理由に基づくものである。但し、上述した理由は支配的なものではない。従って、室温に代えて、気温を制御パラメータとすることは可能である。

【0026】前記制御手段10では、使用者が制御モードを選択するか、或いは、自動選択を行う。ここで自動選択では、1日に1回、24時間先の予測データから後述の方法により使用ガス量、電力量を算出し、運転停止回数が最小かつその時の料金テーブルから、ガス及び電気料金を計算して、最も安くなる方法を選択する。もしくは排出CO<sub>2</sub>量など環境面で最も優位なものを選択する。なお、選択手段10による制御モード選択については、図3以下を参照して後述する。

【0027】予測手段100は、電力需要計測手段2からの電力需要データと、給湯需要計測手段3からの給湯需要データと、室温等計測手段4からの室温データと、カレンダー機能5からの季節・日付データと、データベース8に保存されている過去における電力需要データ、給湯需要データ、室温データ（過去事例データ）とから、所謂「事例ベース推論」の手法を用いて、電力需要及び／又は給湯需要についての予測値を演算する。

【0028】事例ベース推論を用いる場合、多数の事例をデータベース化してメモリ（データベース8）に蓄えておき、類似事例があった場合に前記蓄えられた事例を引き出す。類似事例が無い場合は、蓄えられた事例の中で、最も類似事例に近いものを選択する。この際、類似

データの無い部分のデータを追加したり、最新の事例に順次データを書き換える学習を行うことで、よりの確な予測が可能となる。具体的には、例えば、先ず曜日で分類し、土曜日の午前0時から24時間後の予測（例えば、電力需要と、曜日、時間帯、天候及び気温との相関など）を、1分間毎に行う場合、24時間以前とその時の現在値のデータベースの中から予測時の状態（曜日、時間、気温、給湯需要等）に最も類似したデータを選択し、予測値とする。この様にして24時間後の予測のために、24時間以前とその時点の現在値のデータを、曜日毎に1週間程度に亘って1分毎に蓄えていけば、翌日の燃料電池運転を行うのに必要な電力需要及び／又は給湯需要の予測を行うのに必要な量のデータが蓄積され、データをさらに蓄積、学習していくことで24時間先の精度の高い類似例の活用が可能となる。

【0029】次に、図2をも参照して、図1で示す燃料電池装置の運転制御について説明する。

【0030】運転制御に先立って、電力需要及び／又は給湯需要の予測を開始する（図2：ステップST1がYES）。ここで、図示の実施形態においては、毎日、午前0時0分にその日1日の電力需要及び／又は給湯需要の予測を行うものとする。しかし、これはあくまでも例示であり、勿論、その他の時刻に予測を行っても良い。

【0031】予測に際しては、先ず、電力需要計測手段2から電力需要データを予測手段100へ送り、給湯需要計測手段3から給湯需要データを予測手段に送り、室温等計測手段4から室温データを予測手段100へ送り、カレンダー機能5から季節・日付データを予測手段に送る（ステップST2）。それと共にステップST2では、データベース8に保存されている電力需要データ、給湯需要データ、室温データの、例えば24時間以前のデータ、60分以前のデータ、10分以前のデータ及びその時の計測時のデータを、当該データベース8から予測手段100に送る。

【0032】次に、上述した通り、事例ベース推論を用いて、電力需要及び／又は給湯需要を演算することにより、予測を行う（ステップST3）。ここで、電力需要及び／又は給湯需要の予測においては、例えば24時間後の数値（電力需要及び／又は給湯需要）を求めている（ステップST4、ST4A）。但し、電力需要については、24時間後のみならず、60分後、10分後の予測をも行う。燃料電池の起動に際して、機械により差異はあるが起動から発電開始まで60分掛かるとすると、起動から60分後の電力需要が、非常に重要となるからである。一方、10分後は燃料電池装置内の改質器の応答性を補正し、無駄な発電を行わないために重要である。

【0033】電力需要及び／又は給湯需要の予測（ステップST3、ST4、ST4A）は、24時間後まで、1分刻みに行われる（ステップST5）。これにより、

24時間後までの電力需要及び／又は給湯需要のパターンが予測されることとなる。そして、図1で示す燃料電池のその日における運転計画が出来上がる（ステップS T6）。

【0034】ステップS T6で燃料電池の運転計画が出来上がった段階で、燃料電池の運転モードを決定する（ステップS T7）。燃料電池の運転がなるべく停止することがないように、運転モードの決定が行われる。より詳細には、図3以下を参照して後述する。燃料電池の運転モードが決定したのち（ステップS T7終了後）、燃料電池が起動するのを待つ（ステップS T8がNOのループ）。

【0035】燃料電池が起動したならば（ステップS T8がYES）、長時間停止後に起動した場合に該当する。その場合、起動後60分経過した時点における電力需要及び／又は給湯需要の予測値を用いて、起動直後の電力需要及び／又は給湯需要を設定して、運転を行う（ステップS T9）。

【0036】燃料電池の起動直後の運転から定常運転に変わったならば、ステップS T6で求めた電力需要及び／又は給湯需要パターンを用いて、常時、10分後の予測値を参照しつつ、燃料電池の出力を設定する（ステップS T10）。このステップS T10は、燃料電池の運転終了まで（ステップS T11がYES）行われる（ステップS T11がNO）。

【0037】次に、添付図面の図3以降を参照して、（図1、図2で説明した）本発明の実施形態と好適に組み合わせ（図1の）燃料電池装置を運転制御する技術について説明する。図3は、各種条件の設定及び入力と、各種物理量の予測部分であり、図4は燃料電池停止抑制制御を示す部分で、制御ユニットから、水素製造手段に伝達される以降の制御のフローを含むものである。

【0038】図3及び図4に基づいて制御の流れを説明する。燃料電池稼働率が曜日及び曜日の時間帯によって変わる（特色を有する）ことに着目して、ステップS 1では、曜日を含むカレンダーを設定する。

【0039】次のステップS 2では、制御を行うに先立ち、予測モデル作成のためのデータ取得期間の設定をおこない（例えばデータ取得期間は向こう一週間とし）、予測時間すなわち、何時間後の物理量を予測するかを決める値であるX時間後（例えば24時間後）を設定する。その24時間の間には修正回数としてY分（例えば30分）毎、即ち修正回数48回を設定する。これは手段10における24時間先予測のまま、データベースの学習（書き換え）無しに制御指令の計算を行うと、気温の急変や急な外出などの影響が大きいためである。更に、部分負荷効率の閾値（W%）と、継続時間（V分）を設定する。（制御の例としては、例えば、部分負荷効率が閾値W（70）%以下の状態がV（120）分以上継続した場合に運転を停止する等。）

【0040】次のステップS 3では、出力（電力需要及び／又は給湯需要）データ及び入力（気候・温度等）データの収集を開始する。そして次のステップS 4に進む。

【0041】ステップS 4では、制御装置Aはデータの収集期間を越えたか否かを判断する。データの収集期間を越えていれば（ステップS 4においてYES）、次のステップS 5に進み、越えていなければ（ステップS 4においてNO）、ステップS 3からを繰り返す。

【0042】ステップS 5では、負荷予測（電力需要及び／又は給湯需要の予測）を開始する。そして、次のステップS 6において、今後の電力及び給湯量の予測のためのモデル作成を、例えば事例ベース推論、自己回帰モデル等の予測方法によって行う。自己回帰モデルとしては、収集した各種のデータをモデル式に当てはめてしまえば、従来の事例からモデル式の次数、定数、その他を決定して電力消費量を示す式を完成させることが出来る。そして、従来の事例に基づいて、ある期間のモデル式を作成し、当該式における「時間」のファクタを変化させて消費電力を予測することが出来る。

【0043】事例ベース推論については、図1、図2で説明したのと同様である。なお、予測法には、ニューラルネットワークを使用する方法、スペクトルモデルを使用する方法、など他にも存在する。

【0044】次のステップS 71、S 72では、前述の予測に基づき、現在からX時間後の合計電力及び消費給湯量の予測を行う。すなわち、電力需要（電力消費量）、給湯需要（お湯消費量）、室温の計測値、過去のデータ（図2を参照して説明した過去のデータ）、日付及び曜日から、電力需要を予測し（ステップS 71）、予測された電力需要から給湯需要を予測する（ステップS 72）。或いは、電力需要（電力消費量）、給湯需要（お湯消費量）、室温の計測値、過去のデータ（図2を参照して説明した過去のデータ）、日付及び曜日から、給湯需要を予測し（ステップS 71のカッコ書き）、予測された給湯需要から電力需要を予測しても良い（ステップS 72のカッコ書き）。電力需要及び給湯需要を予測したならば（ステップS 71、S 72終了）、ステップS 8に進む。

【0045】ここで、電力需要、給湯需要の予測については、図1、図2で説明したのと同様である。図3において、電力需要、給湯需要の何れかを予測した後に、その予測結果を用いて他方を予測しているが、電力需要と給湯需要を同時に求めることも可能である。

【0046】ステップS 8では、X時間後の貯湯量を以下の算定式から求める。即ち、現在の貯湯量に、負荷予測電力カーブに基づく発電量を燃料電池の発電効率で除し更に排熱効率を掛けた値を加えたものから、温水消費量を減じたものが、X時間後の貯湯量である。ここで、経時変化に伴う効率の変化を正確に反映させるため、効

率算出に必要なセンサーを取付けることが好ましい。そして、貯湯タンクの放熱量も考慮するのが好ましい。そして、手段10で述べたように、ステップS9で制御を自動選択するかを手段1により判断し、YES（選択する）の場合、ステップS10へ進む。

【0047】ステップS10では図4-図8のM1～M5により、X時間先の予測結果に基づき、計算を行う。次に、ステップS10'でそのうちX時間先の運転停止回数の最小のもので、そのうち光熱費（もしくはCO2排出量、NOx排出量）が最低のものを選択し、そのM（M1～M5のどれか）へ進む。一方、ステップS9でNOの場合は、手段1で選択したM（M1～M5のどれか）へ進む。

【0048】そして、図4のブロックM以降のステップS11に進む。尚、図4は燃料電池装置Bの停止抑制に関する制御である。

【0049】ステップS11において、制御装置Aは、貯湯槽下部に設置した温度センサーで貯湯槽が温水で満杯になるか否かを判断する。

【0050】貯湯槽が満杯になると判断すれば（ステップS11においてYES）、次のステップS12に進み、満杯にならないと判断すれば（ステップS11においてNO）、ステップS15まで進む。

【0051】ステップS12において、制御装置Aは現時点から貯湯槽の満杯終了予定時刻までの時間Zを算出し、次のステップS13に進む。

【0052】ステップS13では、満杯終了予定時刻に貯湯槽が満杯になるように、発電出力を落した燃料電池発電パターンを計算する。そして、次のステップS14に進む。

【0053】ステップS14では、制御装置Aは、Z時間後に満杯になるか否かを判断する。Z時間後に満杯になるのであれば（ステップS14においてYES）、ステップS13に戻り、満杯にならないのであれば（ステップS13においてNO）、ステップS15に進む。

【0054】ステップS15では、電力負荷予測パターンから計算した発電パターンに先行して改質ガスの流量を決定して、次のステップS16に進み、改質ガスを燃料電池Bに投入する。

【0055】次のステップS17において、制御装置Aは、タイマ6を介して改質ガス投入からY分経過したか否かを判断する。改質ガス投入からY分経過していれば（ステップS17においてYES）、ステップS7に戻り予測、制御を繰り返し、経過していないければ、ステップS15以降を繰り返す。

【0056】係る構成及び制御方法を具備する第一実施形態である「運転停止回数を抑制する制御」によれば、各種の予測データにより貯湯量満杯までの所要時間が予測出来、また、リアルタイムで貯湯速度が監視できているために、例えば、消費給湯量が少なくても、燃料電池

Bの運転停止には至らない。具体例としては、従来の、「貯湯槽が満杯時に停止する通常制御」の場合の特性図である図14によれば、そのd線上で4回の燃料電池Bの運転停止が示されている。これに対して、図3、図4に関連して説明した「運転停止回数を抑制する制御」によれば、図9のd線上では、燃料電池Bの運転停止はd0m点で示される僅か一回のみである。尚、図9及び後述の図10は、前述の図14と同じ様式のグラフである。

【0057】次に、「部分負荷効率の低下する部分で運転しない制御」、所謂「部分負荷モード」に関して、図5のフローチャートに基づき説明する。尚、図5の制御フローにおいて、図5のブロックM以前は、前述の図3と同様であり、装置の構成も図1で示すのと同じである。

【0058】図3の最終ブロックMから連続するステップS21において、制御装置Aは、予測開始から24時間後までの範囲の部分負荷効率（電力負荷予測値を定格発電出力で除したものを100分率で表す）を計算する。

【0059】次のステップS22において、部分負荷効率の閾値W%以下の時間を各区分で計算して、次のステップS23に進む。ステップS23において制御装置Aは、W%以下の最長の区間を算出する。なお、瞬時の時間α分（例えば、1分）以下の燃料電池Bの停止は、運転継続と見なす。

【0060】ここで、閾値W%は、図15の負荷割合に対する効率を示す特性曲線に示される如く、効率が急激に低下する部分負荷の定格負荷に対する割合である。

【0061】なお、燃料電池では定格出力時が最も効率が高く、定格出力に対して各機器の配置及び仕様が定められている。

【0062】また、ステップS23では、部分負荷効率がW%以下となる時間が最も長くなる区間を算出する。

【0063】次のステップS24において、上記最長区間の運転を停止する運転パターン、即ち、停止回数を減らすような運転パターンを計算して次のステップS25に進む。

【0064】ステップS25において、制御装置Aは、その他の区間で貯湯槽が温水で満杯になり、運転を停止するか否かを判断する。運転を停止するのであれば（ステップS25においてYES）、ステップS26に進み、運転を停止しないのであれば（ステップS25においてNO）、図4の\*印で示す工程、即ち、ステップS15に進む。

【0065】ステップS26では、最長区間の前後で運転時間を減らす様に制御して、再びステップS24に戻る。以上が「部分負荷モード」の制御である。

【0066】上述した「部分負荷効率の低下する部分で運転しない制御」、所謂「部分負荷モード」によれば、



図10のd線に示す様に部分負荷効率の低下する部分(計測開始後、約400分の間)で運転を行わない代わりに、その他の区間では運転停止は、僅か1度しか発生していない。即ち、電気消費量、給湯消費量を予測しているため、燃料電池の運転停止を抑制することが出来る。

【0067】次に、所謂「温水廃棄制御(その1)」に関して、図6のフローチャートに基づき説明する。尚、図6の制御フローにおいて、符号「M」で示す工程以前は図3と同様であり、装置の構成も図1と同じである。

【0068】図3の最終ブロックMから継続しているステップS31において制御装置Aは、消費電力が燃料電池の発電可能最低電力値、例えば0.3kW未満か否かを判断する。0.3kW未満であれば(ステップS31においてYES)、ステップS32に進む。0.3kW以上であれば(ステップS31においてNO)、ステップS31を繰り返す。

【0069】ステップS32では、最低発電可能電力値以下(例えば0.3kW)に消費電力がなった場合、運転は0.3kWで発電させた場合、制御装置Aは、燃料電池Bを仮に上記発電可能最低電力値(0.3kW)未満で運転した場合の貯湯槽満杯時までの余剰温水量つまり、発電可能最低電力運転時の温水量と最低電力未満で運転した場合の温水量の差を計算する。そしてステップS33に進む。

【0070】ステップS33では、計算された廃棄すべき温水量を外部へ排出して、制御は図4の\*印で示す工程(ステップS15)に移る。以上が「温水廃棄モード(その1)」の制御である。

【0071】「温水廃棄制御(その1)」、所謂「温水廃棄モード(その1)」によれば、仮に発電可能最低電力値未満で運転続行した際に余剰となるであろうお湯を廃棄することが出来るので、燃料電池Bの運転停止は抑制される。

【0072】次に、所謂「温水廃棄制御(その2)」に関して、図7に基づき説明する。尚、図7で示す制御フローにおいて、符号Mで示す工程以前は、図3で説明したのと同様であり、装置の構成も図1、図2で説明したのと同じである。

【0073】図3の最終ブロックMから継続するステップS41において、制御装置Aは、燃料電池Bが貯湯槽が満杯か否かに関わらず、常に発電した場合の発電カーブを計算する。

【0074】次のステップS42では、制御装置Aは、貯湯槽が満杯になるか否かを判断する。貯湯槽が満杯になるのであれば(ステップS42においてYES)、次のステップS43に進み、満杯とならないのであれば(ステップS42においてNO)、制御は図4の\*印で示す工程であるステップS15に移る。

【0075】ステップS43では、24時間先の範囲で

最大の温水消費量が予想される、例えば、夜間の8時から10時付近以前には満杯にしないように、温水廃棄量を計算する。

【0076】次のステップS44では、計算された廃棄すべき温水量を外部へ排出して、制御は図4の\*印の工程(ステップS15)に移る。

【0077】「温水廃棄制御(その2)」、所謂「温水廃棄モード(その2)」によれば、常時発電を監視しており、特定の時間帯において貯湯槽を満杯にしないように温水を廃棄することが出来る。

【0078】次に、負荷応答ステップ制御、所謂「負荷応答ステップモード」に関して、図8のフローチャートに基づき説明する。図8の符号M5以前は、図3と同様であり、装置の構成も図1と同じである。

【0079】図3の最終ブロックMから継続して、ステップS51において制御装置Aは、ステップ数 $\Delta w$ を設定する。ここで、ステップ $\Delta w$ は単位時間あたりに燃料電池の出力(電力)を上昇・下降させる大きさのことである。具体例として、70W/分、17W/分、等と表す。

【0080】ステップS52に進み、制御装置Aは予測値に基づき各々のステップ数 $\Delta w$ で運転パターンを計算し、次のステップS53に進む。

【0081】ステップS53では、各々の計算運転パターンで消費電力予測値と燃料電池発電量の予測値との差の面積、即ち、前述のステップ数の経過時間における積分値Fを求める。

【0082】ステップS54に進み、制御装置Aは前記消費電力予測値と燃料電池発電量の予測値との差の面積Fを最小とするパターンを設定の時間区割り毎に選ぶ。

【0083】そして、次のステップS55において、制御装置Aは全体を通して面積Fが最小となる様に燃料電池Bに制御信号を送り、燃料電池は該制御信号に基づき運転を行い、その後、制御は図4の\*印で示す工程(ステップS15)に移る。

【0084】「負荷応答ステップ制御」、所謂「負荷応答ステップモード」によれば、図13に示す如く、選択或いは制御によって、消費電力に大きな変化の無い計測開始から29分経過まではステップ数 $\Delta w$ を17W/分とし、消費電力の変化が大きい29分経過以降は $\Delta w$ を70W/分に切替えている。ここで、図13の縦軸は電力値を、横軸は時間を示し、c線が電力負荷(消費電力)を、d線が燃料電池発電電力(燃料電池発電量)を表す。このように、消費電力の変化の大きさによってステップ数を変化させることにより、燃料電池Bの発電量をこれに追従させ、燃料電池の効率的な運転が可能となる。

【0085】尚、図11(グラフの様式は図13と同じ)は、計測時間帯全てにおいてステップ数 $\Delta w$ を70W/分に固定した場合の特性を表しており、負荷応答ス



テップ制御を行った図13に比べ、特に計測時間帯の前半において、消費電力と燃料電池発電量の差が大きい(非効率な)ことを表している。

【0086】また、図12(グラフの様式は図13と同じ)は、計測時間帯全てにおいてステップ数 $\Delta w$ を17W/分に固定した場合の特性を表しており、負荷応答ステップ制御を行った図12に比べ、特に計測開始後29分から36分の間において、消費電力と燃料電池発電量の差が大きい(非効率な)ことを表している。

【0087】図示の実施形態はあくまでも例示であり、本発明の技術的範囲を限定する趣旨の記述ではない旨を付記する。例えば、図示の実施形態では、コージェネレーション装置として燃料電池が例示されているが、ガスコージェネレーション装置その他のコージェネレーションシステムについて、本発明を適用することが可能である。

#### 【0088】

【発明の効果】本発明の作用効果を以下に列記する。

(1) 電力需要と密接な相関関係を持つ給湯需要を、需要予測の際に参照するべきパラメータに加えることにより、予測精度が向上する。

(2) シミュレーションによれば、給湯需要を予測に用いない従来手法による予測精度が65.6%であったのに対して、本発明の予測精度は85.9%にまで向上した。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の全体構成を示すブロック図。

【図2】本発明の制御を示すフローチャート。

【図3】本発明と好適に組み合わせられる制御フローチャートの前半部。

【図4】運転停止回数を抑制する制御」を示すフローチャートの後半部。

【図5】部分負荷効率の低下する部分で運転しない制御」を示すフローチャート。

【図6】温水廃棄モード(その1)」を示すフローチャ

ート。

【図7】温水廃棄モード(その2)」を示すフローチャート。

【図8】負荷応答ステップモード」を示すフローチャート。

【図9】運転停止回数を抑制する制御」の効果を表す特性図。

【図10】部分負荷効率の低下する部分で運転しない制御」の効果を表す特性図。

【図11】負荷応答ステップモード」において、負荷応答ステップ量を一律70W/分とした場合の特性図。

【図12】負荷応答ステップモード」において、負荷応答ステップ量を一律17W/分とした場合の特性図。

【図13】負荷応答ステップモード」において、負荷応答ステップ量を17W/分から途中で70W/分に変えた場合の特性図。

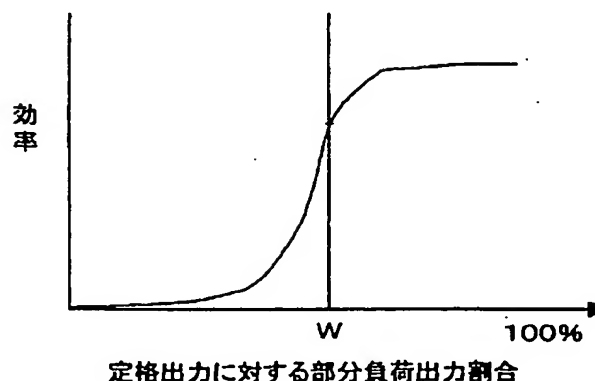
【図14】従来技術における電力等の特性を示す図。

【図15】部分効率の閾値Wを説明する特性図。

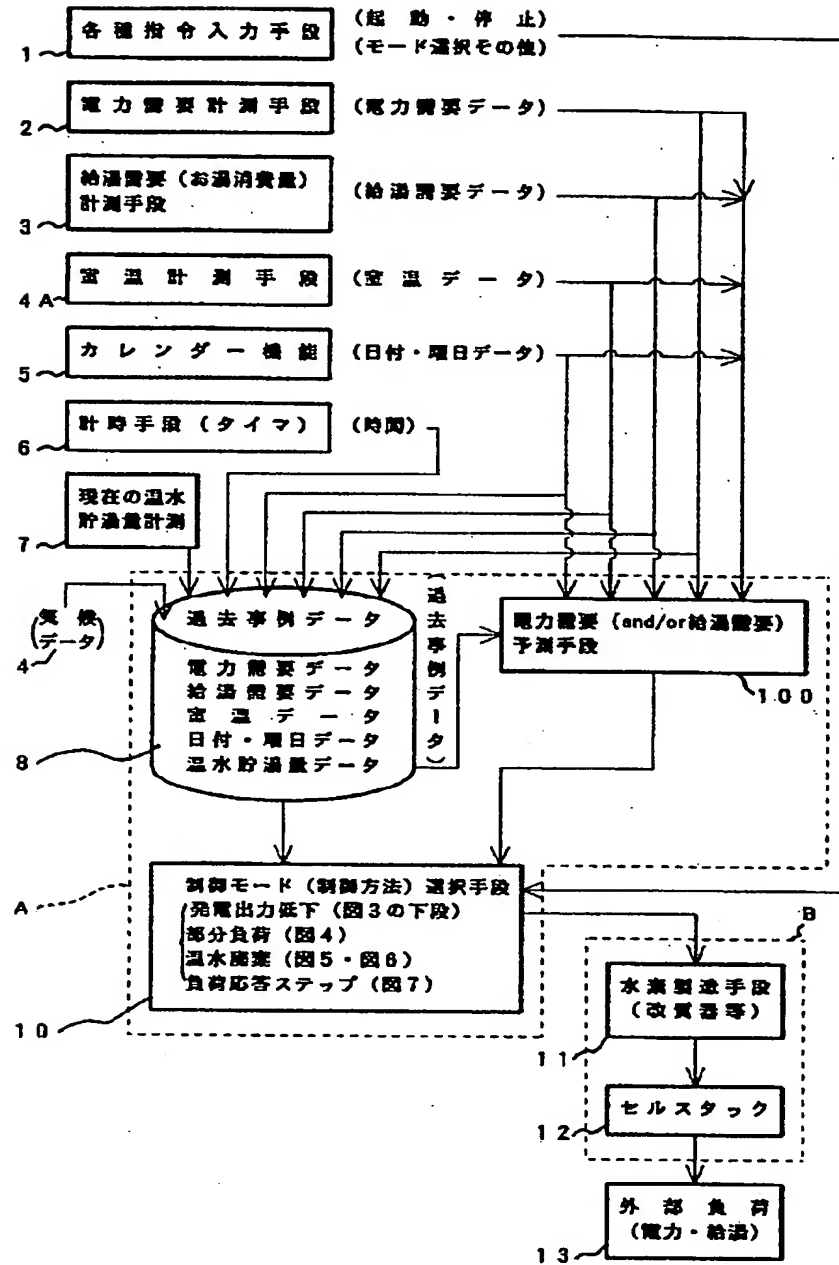
#### 【符号の説明】

- 1・・・各種指令入力手段
- 2・・・電力負荷計測
- 3・・・熱負荷(給湯負荷等)計測
- 4・・・気候データ
- 5・・・カレンダー機能
- 6・・・計時手段(タイマ)
- 7・・・現在の温水貯湯量計測手段
- 8・・・データベース
- 9・・・各種負荷・データの予測手段
- 10・・・制御モード選択手段
- 11・・・水素製造手段
- 12・・・セルスタック
- 13・・・外部負荷
- 100・・・予測手段
- A・・・制御装置
- B・・・燃料電池

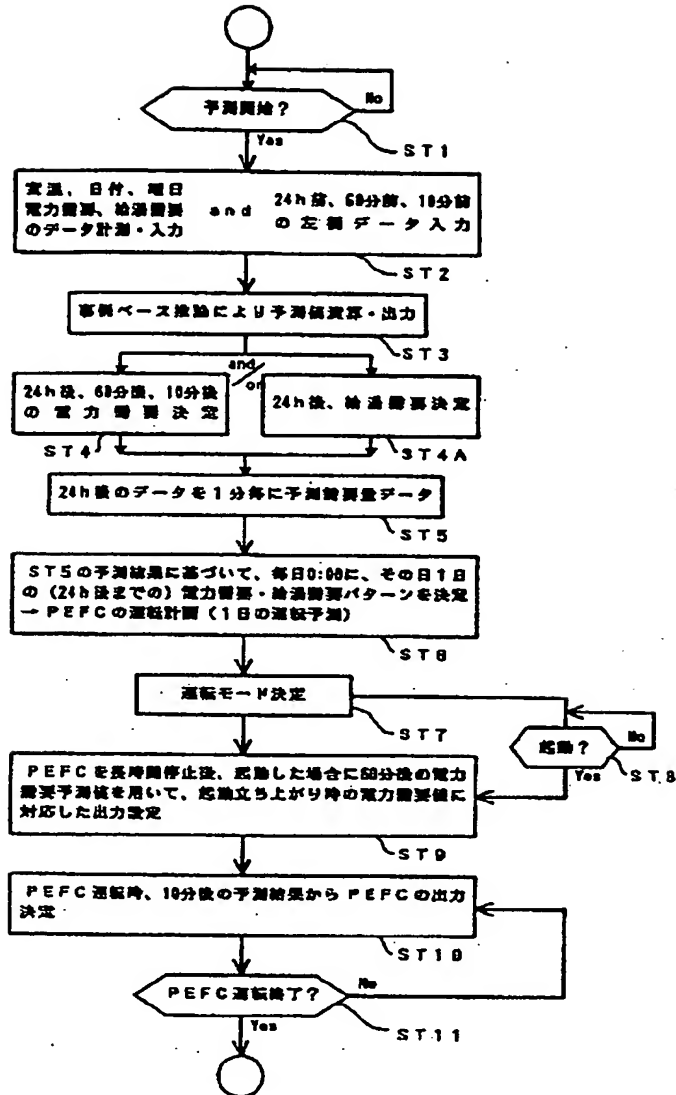
【図15】



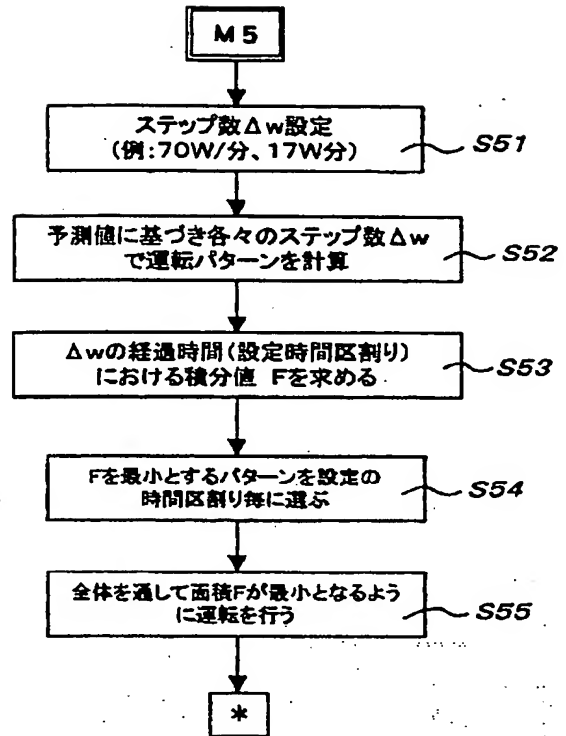
【図1】



【図2】



【図8】

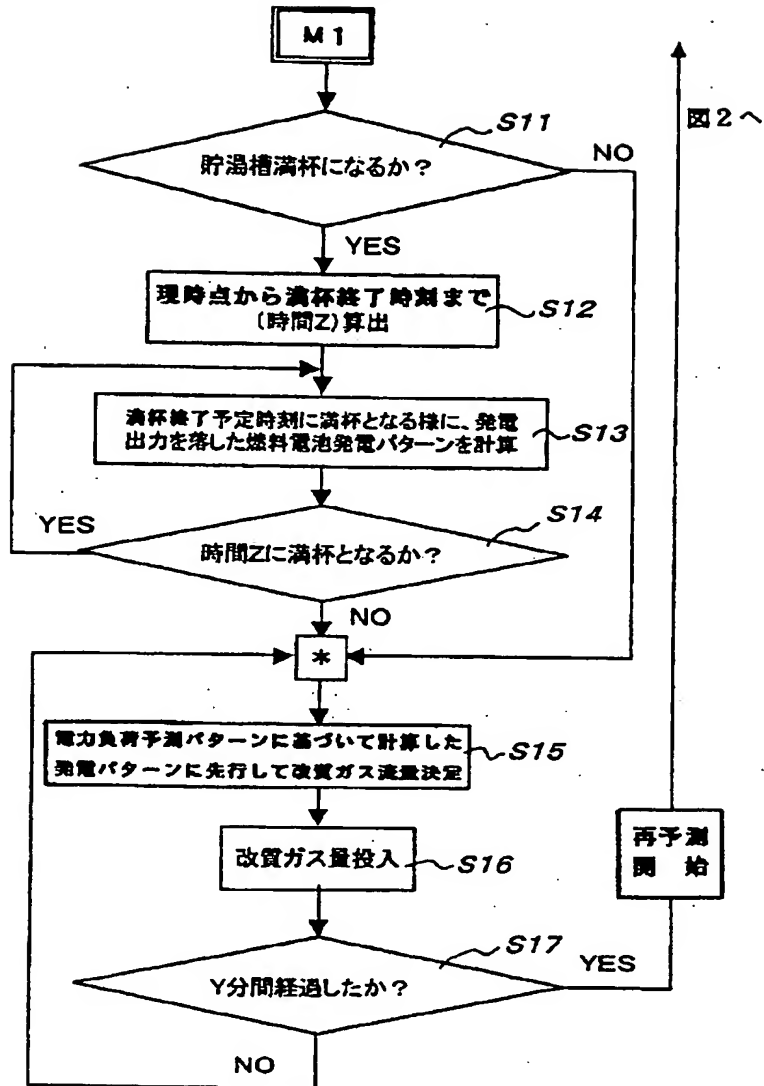


```

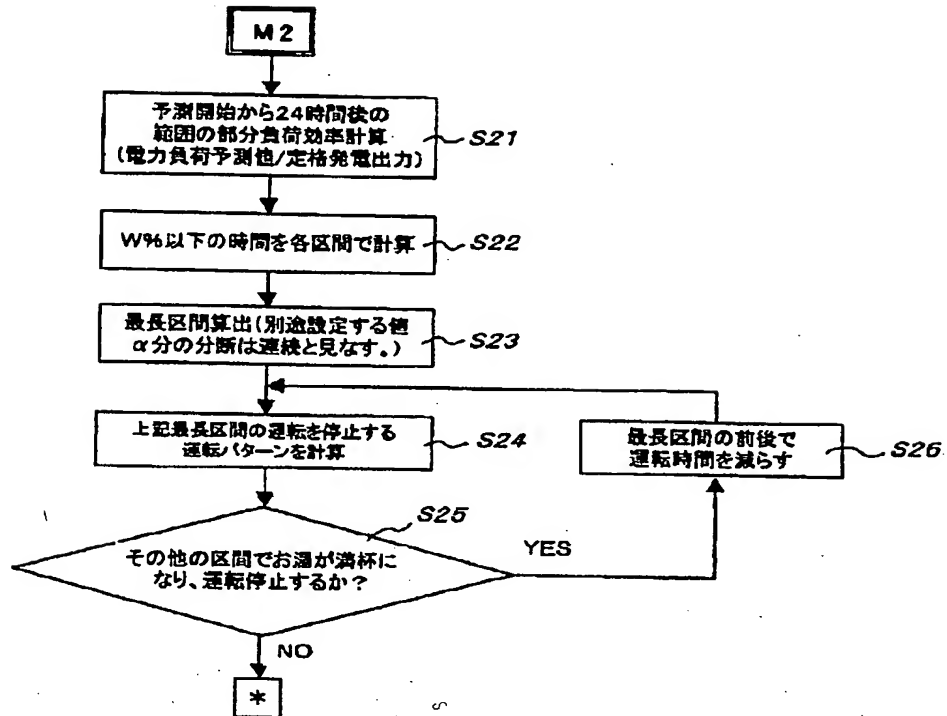
graph TD
    Start([スタート]) --> Calendar[カレンダー設定]
    Calendar -- S1 --> ModelSetup[モデル作成用データ取得期間設定 (例: 1週間)  
予測時間設定 (X時間後)  
その間の修正回数設定 (Y分毎)  
部分負荷効率閾値、燃焼時間設定 (W%, V分)]
    ModelSetup -- S2 --> DataInput[/出力 (消費量) データ・  
入力 (気候・温度等) データ収集/]
    DataInput -- S3 --> Decision1{データ取得期間を越えたか?}
    Decision1 -- Yes --> ForecastStart([負荷予測開始])
    Decision1 -- No --> DataInput
    ForecastStart -- S4 --> ModelCreation[モデル作成  
(予測法: 事例ベース推論)]
    ModelCreation -- S5 --> ForecastResult[電力需要、給湯需要、室温の計測結果  
及び過去における数値、日付及び曜日より  
電力消費量を予測 (or お湯消費量を予測)]
    ForecastResult -- S6 --> ForecastCalc[予測された電力消費量からお湯消費量を予測  
(or 予測されたお湯消費量から電力消費量を予測)]
    ForecastCalc -- S7 --> CalcFormula["(負荷予測電力カーブに基づく発電量/発電効率) ×  
排熱効率 - 温水量消費量 - X時間後の貯湯量"]
    CalcFormula -- S8 --> Decision2{制御モード白黒選択するか?}
    Decision2 -- Yes --> M1M5[M1~M5へ]
    Decision2 -- No --> ModeSelect[制御モード選択]
    M1M5 -- S9 --> Optimize[M1~M5のX時間先までの運転で、  
貯湯量が満杯になり運転停止になる巨量が  
最小でそのうち光熱費の最低のものを選択]
    ModeSelect -- S10 --> Optimize
    Optimize -- S10' --> SelectM[選択したMへ  
(M1~M5)]

```

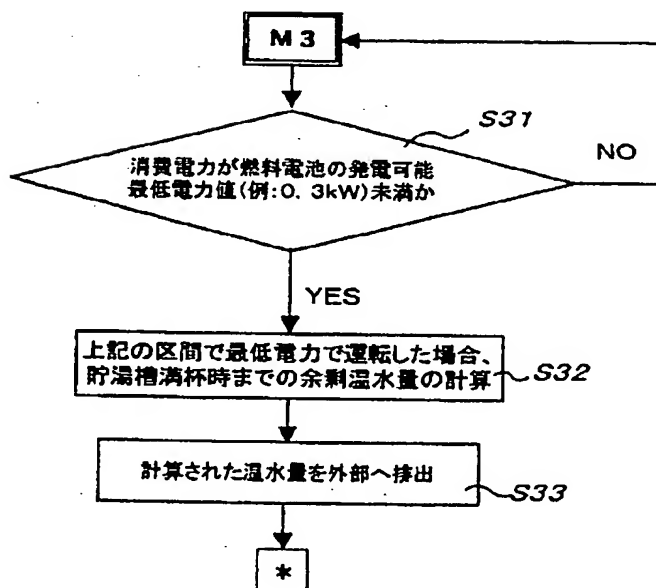
【図4】



【図5】

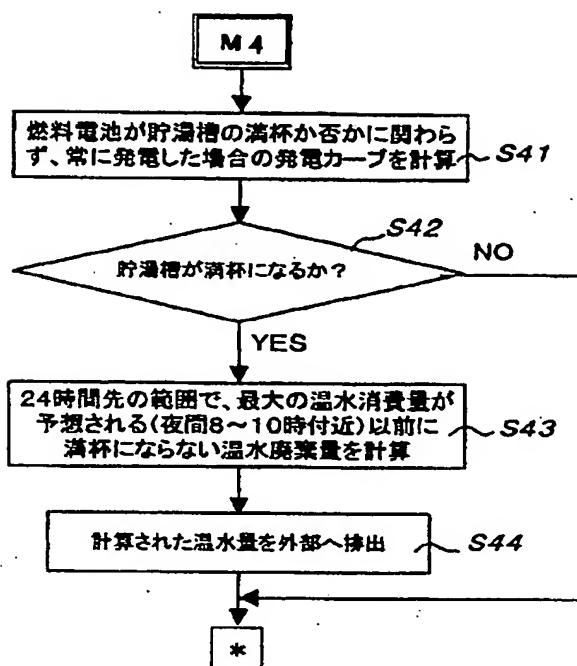


【図6】

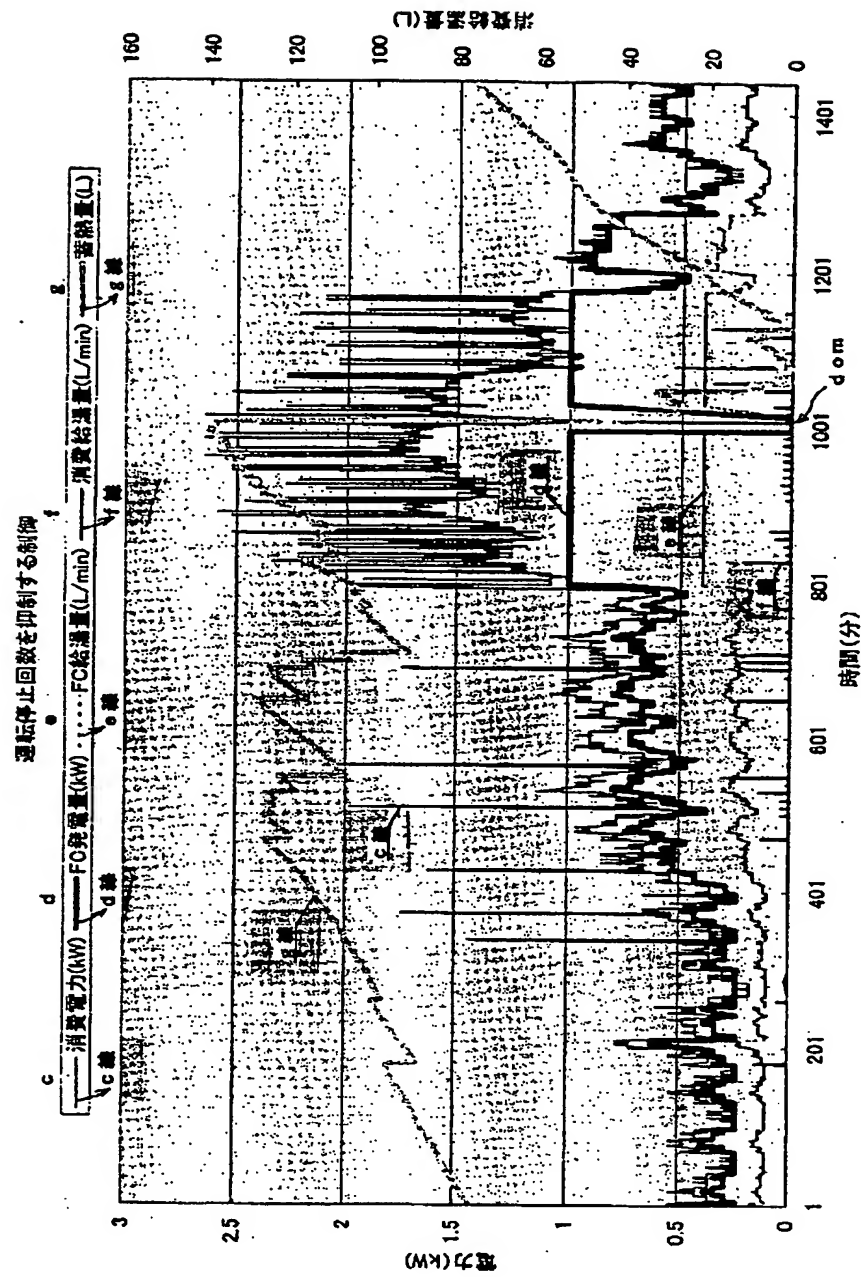




【図7】

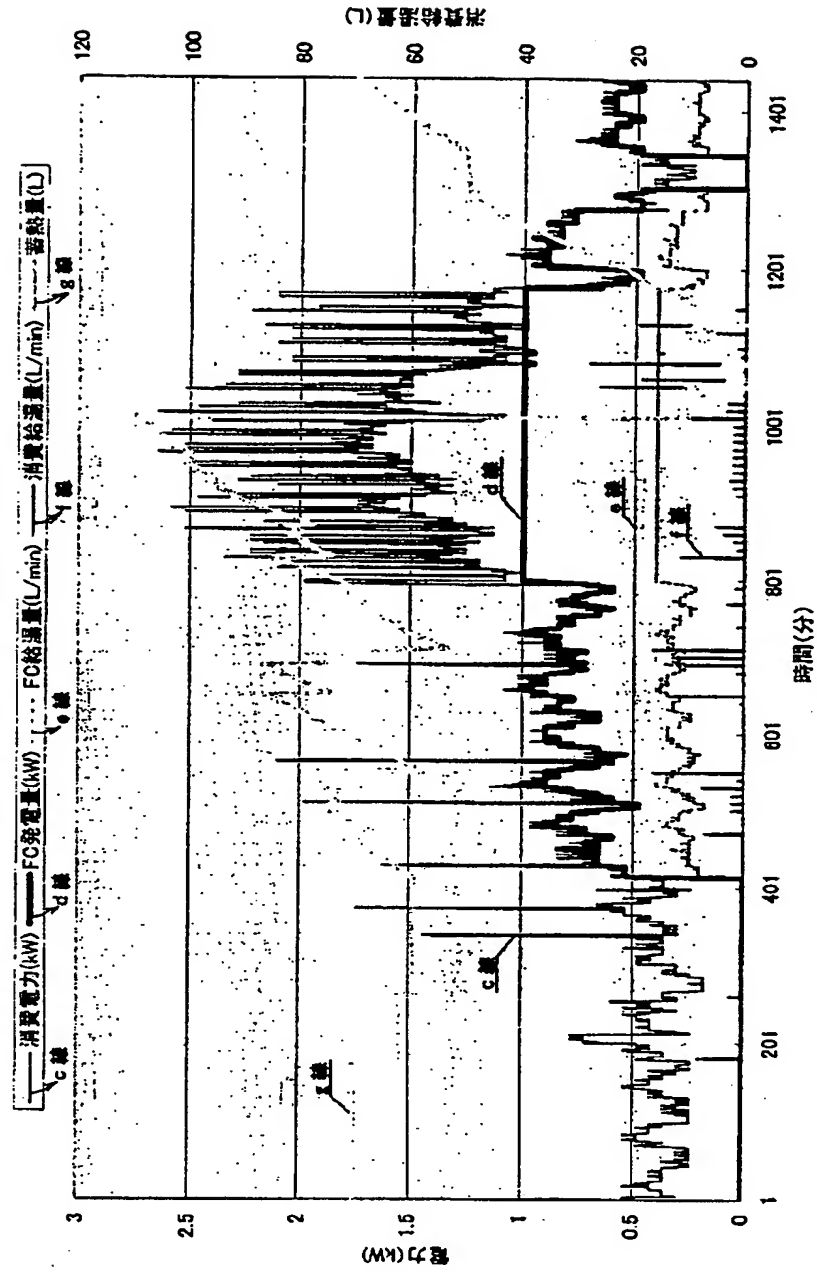


【図9】

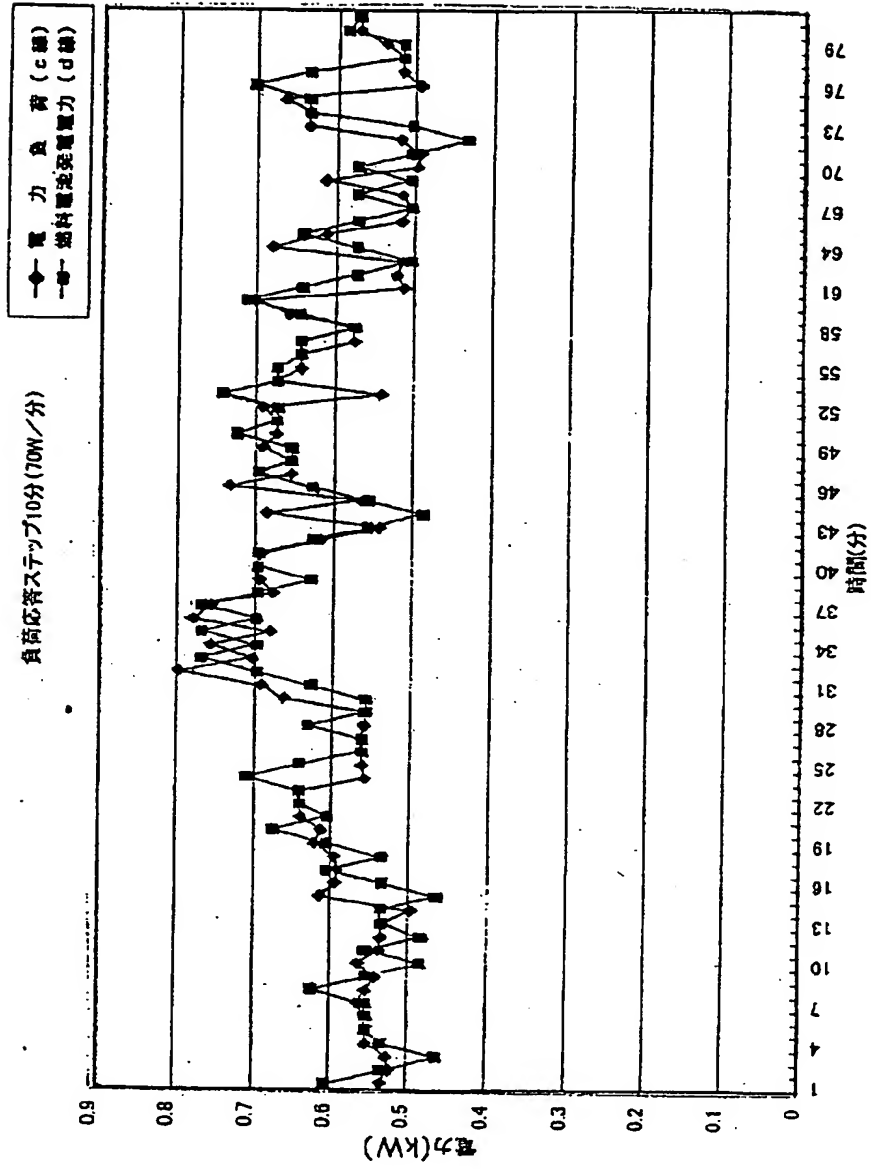


【図10】

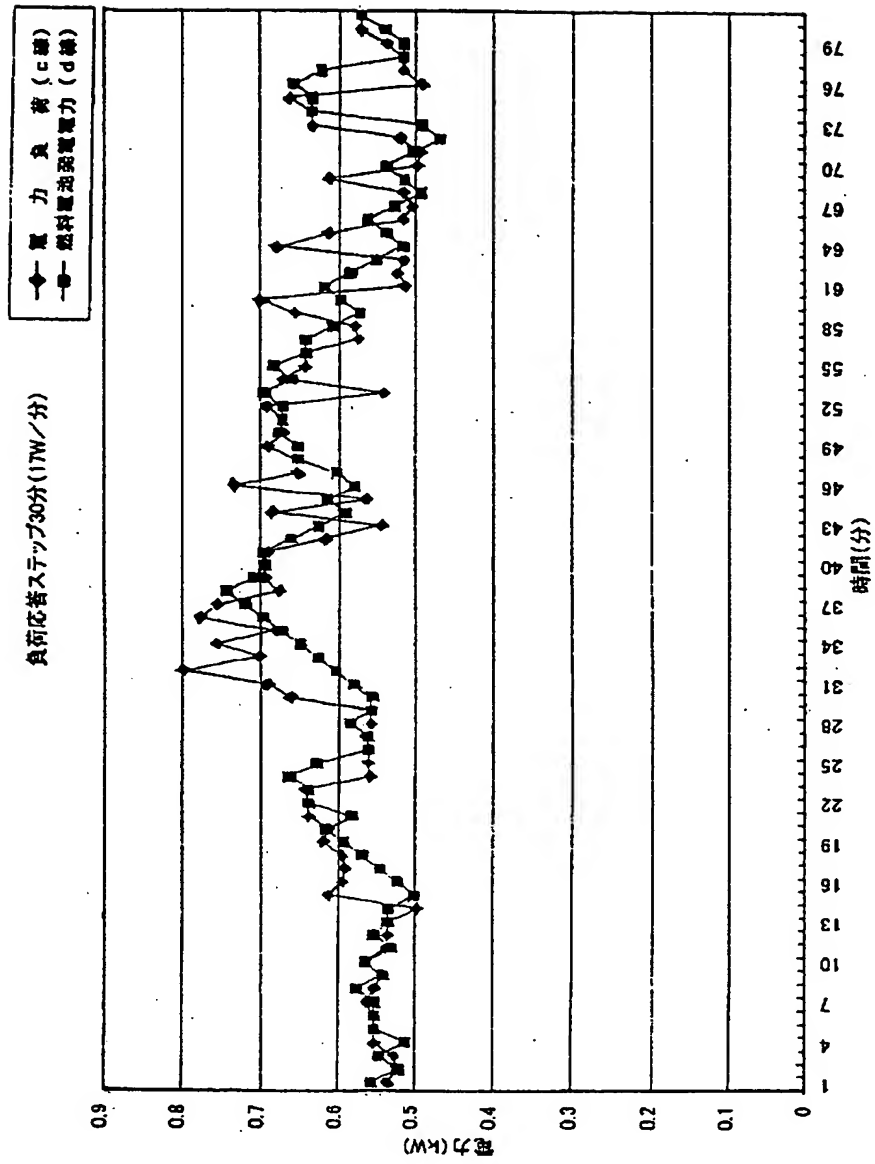
部分負荷効率の低下する部分で運転しない制御



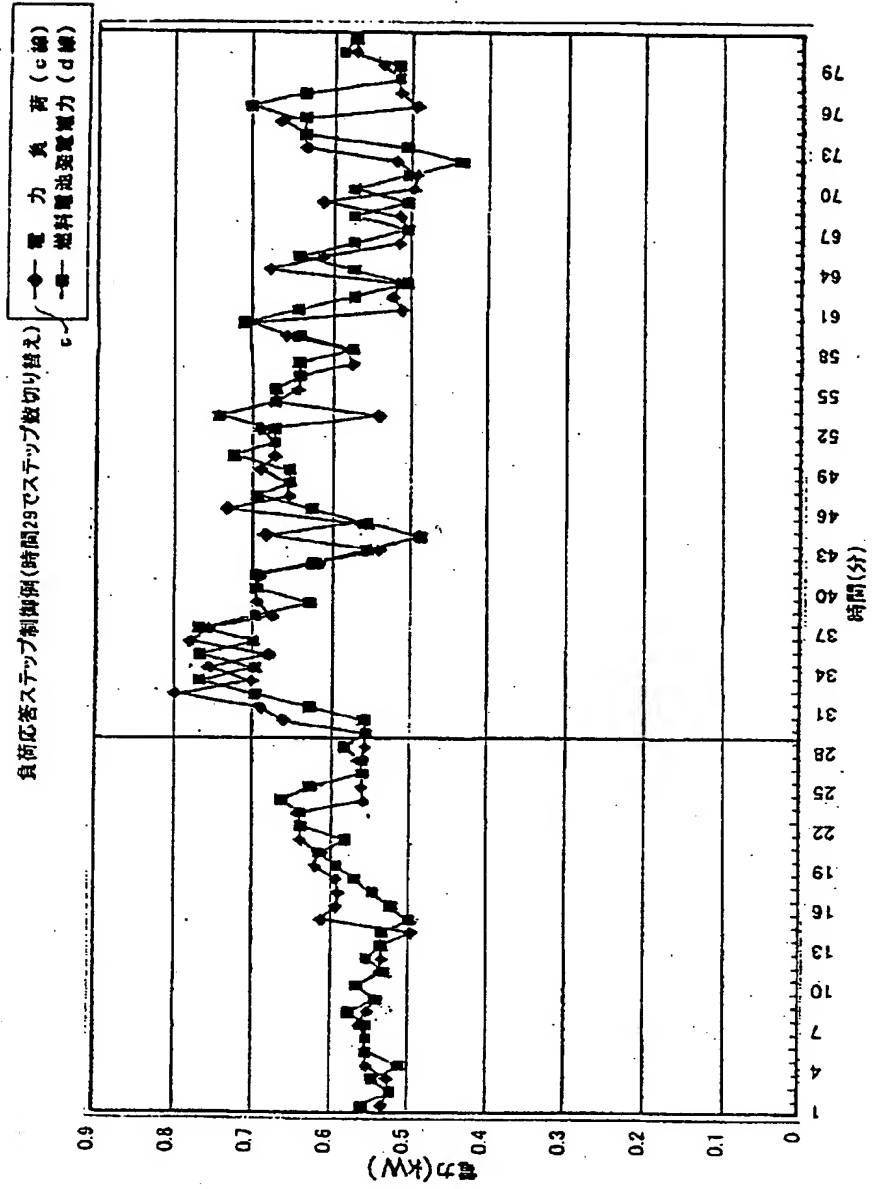
【図11】



【図12】

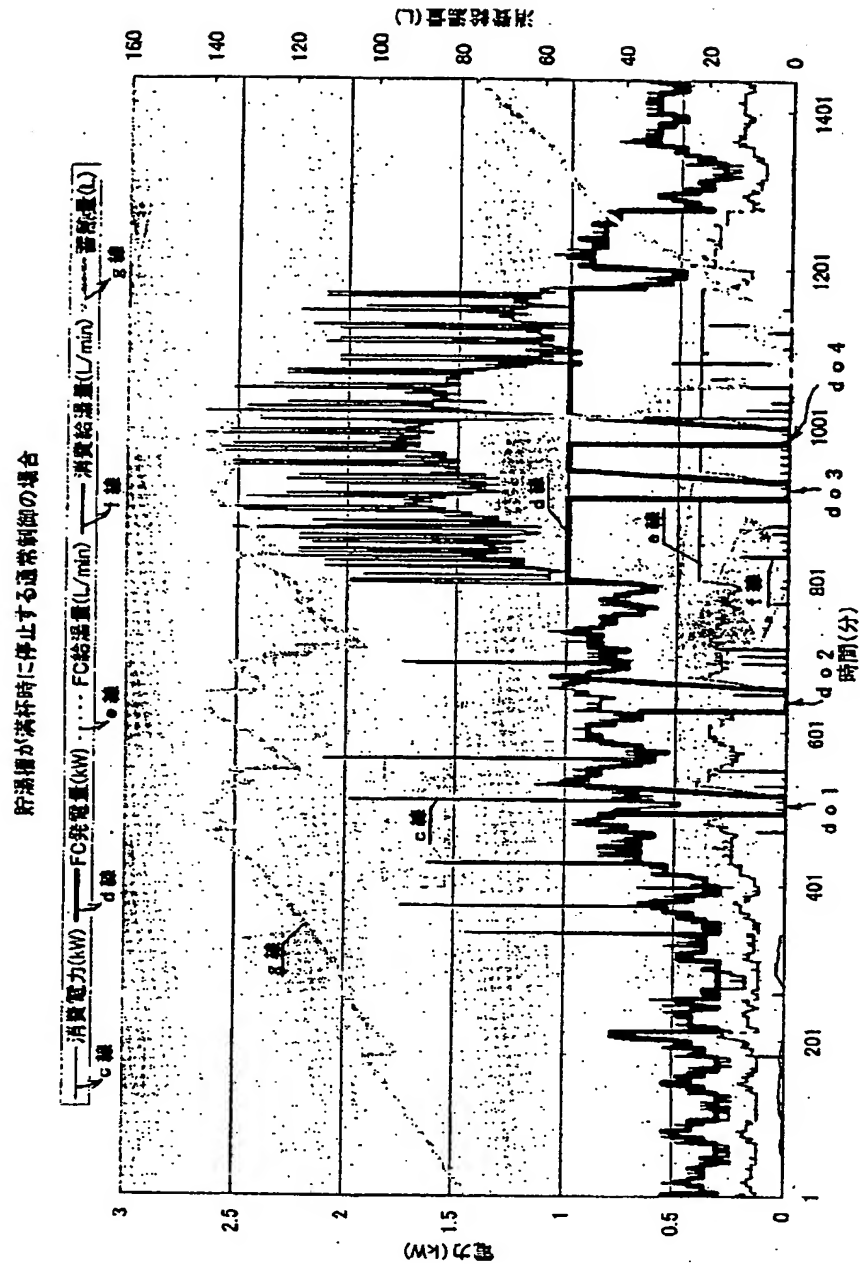


【図13】





【図14】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
H02J 3/38

識別記号

FI  
H02J 3/38

テマコード(参考)  
G